

LÄMPÖERISTEIDEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
LIIKENNETOIMISTO

TVH 742018

HELSINKI 1977

LÄMPÖERISTEIDEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Tie- ja vesirakennushallitus
Liikennetoimisto
Helsinki 27.1.1977

ISBN 951-46-1639-1

S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

Sivu

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

SAMMANDRAG

SUMMARY

1.	JOHDANTO	1
2.	LÄHTÖAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	3
3.	TUTKIMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA	4
3.1	Tutkitut tieosat	4
3.2	Tutkitut onnettomuudet	4
3.3	Onnettomuustiheys	4
3.4	Onnettomuuksien jakautuminen eri kuukausille	5
3.5	Onnettomuuksien jakautuminen keliolosuhteiden mukaan	6
3.6	Onnettomuuksien jakautuminen laadun mukaan	7
3.7	Yhteenvedo saaduista tuloksista	8
4.	TUTKIJALAUTAKUNNAN LAUSUNTO ERÄÄSTÄ LÄMPÖERISTEEN KOHDALLA TAPAHTUNEESTA ONNETTOMUUDESTA	12
5.	LÄMPÖERISTEET JA TIENPINNAN JÄÄTYMINEN	13
6.	YHTEENVETO	14

LIITTEET

ALKUSANAT

Eräät yksittäisten vakavien liikenneonnettomuuksien tutkimuksissa esiin tulleet seikat ovat antaneet aiheen epäillä, että tierakenteessa käytetyt lämpöeristeet ovat tietyissä olosuhteissa liikenneturvallisuuden kannalta epäedullisia. Jäljempänä selostettu tutkimus on tehty lisävalaistuksen saamiseksi em. asiaan.

Tutkimusaineiston keruun on valmistellut DI Timo Hulkko. Tie- ja vesirakennuspiirien toimittaman tutkimusaineiston käsittelyn ja tutkimusselostuksen laatimisen on tehnyt DI Jouko Salminen.

Dipl.ins. Teuvo Puttonen

TIIVISTELMÄ

Lämpöeristeiden käyttö tien rakennuksessa on eräs vaihtoehto kalliille massanvaihdolle tai pengerrakennelmille, kun pyrkimyksenä on vähentää routimisen tierakenteille aiheuttamia vaurioita.

Lämpöeriste saattaa kuitenkin tietyissä sääolosuhteissa aiheuttaa tienpinnan jäätyminen lämpöeristeen kohdalla muuta tieosaa aikaisemmin. Tämän ilmiön liikenneturvallisuusvaikutusten selvittämiseksi tehtiin TVH:n liikennetoimistossa jäljempänä selostettu tutkimus.

Tutkimus perustuu TVH:n liikenneonnettomuustilastoihin vuosilta 1973-1975 sekä TVL:n piireiltä kerättyyn luetteloon olemassa olevista lämpöeristeistä. Tutkittujen tieosien yhteispituus oli 717 km, josta lämpöeristettyä osuutta 36 km. Onnettomuuksia näillä tieosilla sattui 901 kpl, joista lämpöeristetyillä kohdilla 60 kpl.

Onnettomuustiheys kaikilla tutkituilla tieosilla oli keskimäärin 1.26 onnettomuutta 3 vuodessa/km ja lämpöeristeiden kohdalla 1.66 onnettomuutta 3 vuodessa/km.

Onnettomuuksien kuukausijakautumasta voitiin havaita onnettomuuksien keskittyvän syksyyn ja nimenomaan lokakuulle, jolloin syksyn ensimmäiset yöpakkaset esiintyivät. Onnettomuuksien prosenttiosuudet olivat lokakuussa 11.5 % kaikista onnettomuuksista ja peräti 20.0 % lämpöeristeiden kohdalla sattuneista onnettomuuksista. Toiseksi suurin ero onnettomuuksien prosenttiosuuksissa oli maaliskuun 5 % (6.7 % kaikista onnettomuuksista ja 11.7 % lämpöeristeiden kohdalla sattuneista onnettomuuksista). Tämäkin ero selittyy yö- ja päivälämpötilojen suurella vaihtelulla.

Jos verrataan keliolosuhteita onnettomuuksien tapahtumahetkellä voidaan todeta, että kaikista onnettomuuksista tapahtui 28.6 % tien pinnan ollessa jäinen ja lämpöeristeiden kohdalla

oli tien pinta jäinen 36.6 %:ssa tapauksista.

Verrattaessa onnettomuustyyppien jakautumista voidaan todeta, että yleisin liukkaan kelin onnettomuus eli suistuminen oli tapahtunut 18.4 % kaikista tapauksista ja 25.0 % lämpöeristeiden kohdalla sattuneista onnettomuuksista. Kun muistetaan vielä, että suistumiset ovat yleensä lieviä, eivätkä läheskään kaikki suistumisonnettomuudet tule TVH:n tilastoihin on oletettavaa, että suistumisonnettomuuksien prosenttiosuudet ovat todellisuudessa esitettyjä suuremmat.

Ympäristöolosuhteilla ei todettu olevan vaikutusta onnettomuuksien jakautumiseen suhteessa eristetty-eristämätön.

Saadut tulokset antavat aiheen olettaa, että lämpöeristeillä saattaa olla liikenneturvallisuuden kannalta negatiivinen vaikutus, mikä seikka tulisi huomioida lämpöeristeitä suunniteltaessa ja rakennettaessa. Asian lopulliseksi selvittämiseksi olisi ehkä aiheellista järjestää laajempi seurantatutkimus, jonka tuloksiin nojaten saataisiin mahdollisesti uutta tietoa lämpöeristeiden liikenneturvallisuusvaikutuksista.

SAMMANDRAG

Värmeisolatorers användning i vägbyggnad är ett alternativ till kostsamma massabyten eller baukkonstruktioner, då man strävar till att minska skador tjälningen vållar vägkonstruktioner.

Värmeisolationen kan dock i vissa väderleksförhållanden leda till att vägytan fryser tidigare än den övriga vägen på det ställe som har isolerats. För att få klarhet i denna före-
teelses inverkan på trafiksäkerheten utförde man i VoVS:s trafikbyrå en undersökning, som redogörs för härnedan.

Undersökningen baserar sig på VoVS:s trafikolycksstatistik från åren 1973-1975 och inom VoVV:s distrikt ihopsamlad förteckning över befintliga isolerade ställen. Undersökta vägavsnittens sammanlagda längd var 717 km, varav värmeisolerad väg 36 km. Olyckornas total antal på dessa vägavsnitt var 901, på värmeisolerade ställen 60.

Olycksfrekvensen på alla undersökta vägavsnitt var i genomsnitt 1.26 olyckor på 3 år/km och vid värmeisolationer 1.66 olyckor på 3 år/km.

Av olyckornas fördelning på årets månader kunde man avläsa, att olyckorna koncentrerade sig till hösten, i synnerhet till oktober, då höstens första köldnätter inträffar. Olyckornas procentandelar var i oktober 11.5 % av alla olyckor och rent av 20 % av olyckor på värmeisolerade ställen. Den nästsförsta skillnaden i olyckors procentandelar var mars månads 5 % (6.7 % av alla olyckor, 11.7 % av olyckorna på värmeisolerade ställen). Även denna differens torde kunna förklaras med natt- och dagstemperaturers stora växling.

Om man jämför väglagsförhållanden vid olyckstidspunkt kan man konstatera att 28.6 % av alla olyckor inträffade då vägytan var isig och på värmeisolerade ställen var vägytan isig i 36.6 % av fallen.

Vid jämförelse av fördelning av olyckstyperna finner man att den vanligaste olyckan vid halt väglag, körning av vägen, hade inträffat i 18.4 % av samtliga fall och i 25.0 % av olyckor vid värmeisoleringar. Om man dessutom håller i minnet att dessa körningar av vägen i de flesta fall är lindriga och inte tillnärmelsevis alla ens kommer in i VoVS:s statistik, får man anta att avkörningsolyckornas procentandelar i verkligheten är större än de ovanmämnda.

Omgivningsfaktorerna befanns inte ha inverkan på fördelningsproportionen isolerad - oisolererad.

Erhållna resultat ger anledning att anta, att värmeisolatorer möjligen har en negativ inverkan med tanke på trafiksäkerhet, vilket torde tas beaktande vid planering och byggande av värmeisolationer. För att få en definitiv klarhet i saken vore det kanske skäl att ordna en mera omfattande uppföljningsundersökning, vars resultat eventuellt skulle ge ny vetskap om värmeisolatorers inverkan på trafiksäkerheten.

SUMMARY

The use of thermal insulants in road construction is one alternative to expensive mass changes or embankment constructions, when the aim is to reduce the damages to road constructions caused by frost action.

Thermal insulation can, however, in certain weather conditions bring about an earlier freezing of those places on the road, which are insulated than the rest of the road. In order to find out the effect of this occurrence on traffic safety the study reviewed here was carried out by NBR's Traffic Office.

The study is based on NBR's accident statistics during 1973-1975 and on a list put together by NBR districts of existing thermal insulation stretches. The total length of the studied road stretches was 717 km, 36 km of which had thermal insulation. The amount of accidents on these road sections was 901, the share of stretches with thermal insulation being 60.

Accident frequency on all studied road sections was on an average 1.26 accidents in 3 years/km and at thermal insulation places 1.66 accidents in 3 years/km.

The monthly distribution of accidents indicates a concentration on the autumn, specifically on the month of October, which is the time for the first cold nights. The percentages were in October 11.5 % of all accidents and as much as 20 % of accidents on insulated stretches. The next biggest difference in percentage shares was the one in March, 5 % (6.7 % of all accidents and 11.7 % at thermal insulation places). Even this difference can possibly be explained by the large fluctuation of temperatures at night and during the day.

The comparison of the under foot conditions at the time of the accident shows, that 28.6 % of all accidents occurred when the road surface was icy and at the places of thermal

insulation the icy surface was there in 36.6 % of all cases.

When comparing the distribution of accident types it can be established, that the most common slippery road accident, driving off the road, had taken place in 18.4 % of all accidents, but in 25 % of accidents on thermal insulation stretches. If we still bear in mind, that the cases of driving off the road generally mean just slight accidents, which not by a long way all become registered in NBR statistics, we must presume that the percentages of driving-off-the-road-accidents in reality are much higher than those mentioned above.

The surrounding conditions have not been found to have an effect on the distribution of accidents in the relation insulated - noninsulated.

Obtained results give reason to believe, that thermal insulants might have a negative effect from the viewpoint of traffic safety, which matter should be considered when planning and constructing thermal insulations. In order to for once and for all clear up the matter it might be well-grounded to arrange a more extensive follow-up study, the results of which might supply new knowledge about the effects of thermal insulants on traffic safety.

1. JOHDANTO

Lämpöeristeiden käyttäminen tien rakennuksessa on vaihtoehto kalliille massanvaihdolle tai pengerrakennelmille pyrittäessä minimoimaan routimisesta tierakenteille aiheutuvia vaurioita. Lämpöeristeiden tarkoituksena on katkaista lämmön siirtyminen tien rakennekerrosten ja pohjamaan välillä ja näin vähentää routimisilmiön esiintymistä. Lämpöeristeiden materiaalina käytetään yleisimmin polystyreeniä tai polyuretaania, mutta myös muut lämpöä huonosti johtavat materiaalit kuten kevytsora, vuorivilla, lastuvilla jne tulevat kysymykseen. Lämpöeristeet rakennetaan tavallisesti 50-100 cm syvyyteen tien pinnasta siten, että eristemateriaali asetetaan rakennekerrosten väliin koko penkereen leveydellä ja tien pituussuunnassa tarpeelliseksi katsottavalla matkalla. Lämpöeristeen päällä olevat massat ovat routimattomia, kun taas lämpöeristeen alla olevien massojen laadusta voidaan jonkin verran tinkiä. Eristekerroksen asettaminen routarajan alapuolelle ei tuota tulosta ja toisaalta tällöin joudutaan kuitenkin rakentamaan pengeri, joka jo itsessään toimii eräänlaisena lämpöeristeenä. Eristekerroksen asettaminen hyvin lähelle tien pintaa puolestaan korostanee jäljempänä esitettäviä mahdollisesti lämpöeristeistä aiheutuvia haittavaikutuksia ja saattaa aiheuttaa ongelmia myös tien päällysrakenteen ja päällysteen kantavuudelle. Näin ollen eristekerroksen asennussyvyyden suhteen on noudatettava kokemusperäistä optimisyvyyttä, joka sijoittuu jo edellä mainittujen raja-arvojen (50-100 cm) välille.

Kentältä kantautuneiden tietojen mukaan on niillä tien kohdilla, joille on rakennettu lämpöeristeitä routimisvaurioiden vähentämiseksi, havaittu liikenneonnettomuuksien määrällistä kasvua varsinkin syksyllä tien pintojen alkaessa jäättyä. Tämän on arveltu aiheutuvan siitä, että lämpöeristetyillä tiekohdilla maan lämpökapasiteetti on oleellisesti pienempi kuin eristämättömillä kohdilla. Eristehän estää tehokkaasti lämmön siirtymisen tien rakennekerrosten läpi. Näin ollen ilman lämpötilan lähestyessä 0°C :tta tien sisältämä lämpö-

määrä ei riitä kovinkaan pitkään pitämään ko. tienkohtaa sulana, vaan lämpöeristetty kohta huurtuu tai jäätyy muuta tietä helpommin. Kun tiedetään, että lämpöeristettyjen tienkohtien pituus on yleisesti ottaen n. 100 m, on ymmärrettävää, että tällainen muutamien kymmenien metrien pituinen jäätynyt tienkohta muuten sulalla tiellä saattaa aiheuttaa onnettomuusriskin.

Edellä mainitusta syystä tehtiin v. 1976 TVH:n liikennetöimistössä tutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää, pitävätkö edellä esitetyt olettamukset paikkansa, vai onko olemassa joitakin ympäristötekijöitä, jotka aiheuttavat virhearviointeja ja johtavat väärin olettamuksiin.

2. LÄHTÖAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus pohjautuu pääasiassa TVH:ssa käytössä oleviin onnettomuustilastoihin vuosilta 1973, 1974 ja 1975. Tie- ja vesirakennuspiireiltä on kerätty yksityiskohtaiset luettelot teille rakennettujen lämpöeristeiden paikoista. Näistä luetteloista selviävät lämpöeristettyjen tienkohtien tierekisterein mukaiset osoitteet alku- ja loppupisteineen sekä lämpöeristeen kohdalla vallitsevat maasto-olosuhteet.

Tutkittaviksi tieosiksi on valittu kaikki ne tieosat, joilla on ilmoitettu olevan lämpöeristettyjä kohtia. Tutkimalla ko. tieosilla sattuneiden onnettomuuksien ja lämpöeristeiden kohdalla sattuneiden onnettomuuksien suhdetta on pyritty selvittämään lämpöeristeiden ja onnettomuuksien välistä yhteyttä. Lämpöeristetyt kohdat kattavat vain osan ko. tieosista, jolloin vertailuaineistona käytettiin tieosien eristämättömiä kohtia. Tällä menettelyllä päästiin siihen, että vertailuaineistoksi saatiin tiekohtia, joilla alueelliset- ja ympäristöolosuhteet vastaavat mahdollisimman hyvin lämpöeristettyjen kohtien olosuhteita.

Onnettomuustilastoista on poimittu onnettomuuksittain seuraavat tiedot: tien numero, tieosa, tapahtumapaikka, keliolosuhteet, valaistus, sää onnettomuushetkellä, onnettomuuskuukausi, onnettomuuden laatu ja seuraukset. Samoin on selvitetty onko onnettomuus sattunut lämpöeristeen kohdalla vai eristämättömällä kohdalla.

Kerättyjen tietojen perusteella on laskettu onnettomuustiheydet sekä koko aineistolle että lämpöeristeen kohdalla. Tutkimus on alunperin tehty piireittäin eri vuosilta, mutta tutkimuksen lopputuloksen kannalta on tarkoituksenmukaista tarkastella aineistoa kokonaisuutena eli tutkia koko maan onnettomuuksia ko. kolmivuotiskaudelta.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

3.1 Tutkitut tieosat

Tutkittujen tieosien yhteispituus on 716,7 km, josta lämpöeristettyä tietä 36,1 km eli 5,04 %. Kohdassa 2 esitetty tieosien valintakriteeri huomioon ottaen on tutkimusaineisto tältä osin kattava.

3.2 Tutkitut onnettomuudet

Onnettomuuksista on todettava, että aineisto käsittää vain poliisin tietoon ja sitä kautta TVH:n tilastoihin tulleet yleisillä teillä sattuneet onnettomuudet.

Vv. 1973-1975 sattui yleisillä teillä yhteensä 32 598 onnettomuutta, joista tutkituilla tieosilla 901 onnettomuutta (2,76 %). Tutkimusajanjakson aikana sattui lämpöeristeen kohdalla 60 onnettomuutta, mikä on 0,18 % kaikista onnettomuuksista ja 6,66 % tutkituista onnettomuuksista.

Onnettomuusaineistoa voitaneen pitää edustavana, joskin aineiston edustavuutta olisi mahdollista parantaa ottamalla mukaan vielä useamman vuoden onnettomuudet. Tällöin syntyisi kuitenkin hankaluuksia, koska tiedot tutkituista tieosista ja lämpöeristetyistä kohdista saattaisivat oleellisesti muuttua.

3.3 Onnettomuustiheys

Onnettomuustiheys tutkituilla tieosilla oli keskimäärin 1,26 onnettomuutta 3 vuodessa/km ja lämpöeristeen kohdalla 1,66 onnettomuutta 3 vuodessa/km. Lämpöeristeen kohdalla sattui 0,40 onnettomuutta 3 vuodessa/km enemmän kuin tutkituilla

tieosilla yleisesti. Onnettomuustiheyden kasvu viittaa siihen, että lämpöeristetyt kohdat ovat muita tienkohtia onnettomuusalttiimmat.

3.4 Onnettomuuksien jakautuminen eri kuukausille

Seuraavassa on esitetty taulukko onnettomuuksien prosentuaalisesta jakautumisesta eri kuukausille.

Taulukko 1.

Kuukausi	Prosentuaalinen jakautuma		Ero
	Tutkitut tie- osat yleisesti	Lämpöeristetyt tienkohdat	
Tammikuu	10,0	5,0	-5,0
Helmikuu	8,2	5,0	-3,2
Maaliskuu	6,7	11,7	+5,0
Huhtikuu	6,3	6,7	+0,4
Toukokuu	4,8	8,3	+3,5
Kesäkuu	8,1	3,3	-4,8
Heinäkuu	8,4	3,3	-5,1
Elokuu	8,3	6,7	-1,6
Syyskuu	7,2	5,0	-2,2
Lokakuu	11,5	20,0	+8,5
Marraskuu	10,1	11,7	+1,6
Joulukuu	10,4	13,3	+2,9

Taulukosta 1 havaitaan, että suurin osa onnettomuuksista tapahtuu syksyllä ja nimenomaan lokakuussa. Tämä selittyy sillä, että talven ensilumet yllättävät aina autoilijat. Lämpöeristetyillä kohdilla näyttää lokakuun onnettomuushuippu olevan yleistä huippua selvempi. Tämä saattaa aiheutua alussa mainitusta jäätymisilmiöstä. Maaliskuun huippu lämpöeristetyillä kohdilla saattaa selittyä samalla perusteella. Onhan maaliskuussa yö- ja päivälämpötilojen ero yleisesti ottaen melko suuri, joten päivällä sulanut tie jäätyy nopeas-

ti yön viilentyessä.

Toukokuun huippua lämpöeristetyillä kohdilla on vaikea selittää jäätymisilmiön perusteella. Kysymyksessä lieneekin tilastollinen sattuma, joka on aina mahdollinen, kun havaintomäärä on suhteellisen pieni, kuten tässä tutkimuksessa.

3.5 Onnettomuuksien jakautuminen keliolosuhteiden mukaan

Seuraavassa on esitetty taulukko onnettomuuksien prosentuaalisesta jakautumisesta keliolosuhteiden mukaan.

Taulukko 2.

Tien pinta	Prosentuaalinen jakautuma		Ero
	Tutkitut tieosat yleisesti	Lämpöeristetyt tienkohdat	
Kuiva	45,6	46,7	+1,1
Märkä	15,9	10,0	-5,9
Luminen	7,0	1,7	-5,3
Jäinen	28,6	36,6	+8,0
Sohjoinen	2,9	5,0	+2,1
Muu	0,0	0,0	0,0

Taulukosta 2 havaitaan, että suurin osa onnettomuuksista sattuu kuivalla tiellä. Tämä on luonnollista, koska myös suurin osa liikennesuoritteesta tapahtuu kuivan kelin aikana. Lämpöeristetyillä kohdilla näyttää tien pinta onnettomuushetkellä olleen keskimääräistä useammin jäinen, mikä viittaa lämpöeristetyn kohdan jäätymisalttiuteen.

Tarkastelemalla taulukkoa 2 havaitaan mielenkiintoinen seikka suhteessa märkä/sohjoinen. Lämpöeristetyillä kohdilla tien pinta on onnettomuushetkellä ollut keskimääräistä harvemmin märkä, kun se taas on ollut keskimääräistä useammin sohjoinen. Tämä voitaneen selittää seuraavasti: ensilumien sataessa lumi sulaa nopeasti eristämättömillä tienkohdilla, kun

taas eristetyillä kohdilla sulaminen on hitaampaa ja näin muodostuu sohjoa. Ero sulamisnopeudessa selittyy tiekohtien erilaisten lämpösisäلتöjen perusteella.

Lumisen tienpinnan keskimääräistä pienempi prosenttiosuus eristetyillä tienkohdilla saattaa selittyä sillä, että keväällä lumien alkaessa sulaa eristetty kohta sulaa muuta tietä nopeammin ja tien pinta tulee joko märäksi tai sohjoiseksi. Jälleen on kysymys tienkohtien erilaisista lämpösisäلتöistä.

3.6 Onnettomuuksien jakautuminen laadun mukaan

Seuraavassa on esitetty taulukko onnettomuuksien prosentuaalisesta jakautumisesta onnettomuustyypeittäin.

Taulukko 3.

Onnettomuuden laatu	Prosentuaalinen jakautuma		Ero
	Tutkitut tiet yleensä	Lämpöeristeen kohdalla	
Yhteenajo vastakkaiseen suuntaan	12,1	13,3	+1,2
Yhteenajo samaan suuntaan	15,5	13,3	-2,2
Yhteenajo risteyksessä	17,3	13,3	-4,0
Peräänajo	10,2	13,3	+3,1
Ajo esteeseen ajoradalla	1,7	3,4	+1,7
Ajo seisovaan ajoneuvoon	6,0	5,0	-1,0
Ajo jalankulkijan päälle	7,7	6,7	-1,0
Suistuminen	18,4	25,0	+6,6
Ajo liikennekorokkeeseen	0,6	0,0	-0,6
Muu	10,5	6,7	-3,8

Taulukosta 3 havaitaan, että yleisin onnettomuustyyppi on suistuminen. Samoin havaitaan, että lämpöeristeen kohdalla suistuminen on vielä selvemmin kärkisijalla kuin yleensä. Tämän voitaneen katsoa johtuvan tienpinnan yllättävästä liukkaudesta.

Onnettomuuksien edustavuudesta voitaneen mainita, että tämän tutkimuksen kannalta mielenkiintoisimman onnettomuustyyppin eli suistumisonnettomuuksien edustavuus lienee kaikkein huonoin, koska suuri osa suistumisista on lieviä, eivätkä ne tule poliisin tietoon. Edellä esitetty ei kuitenkaan vaikuttane ratkaisevasti saatuihin tuloksiin vertailtaessa lämpöeristettyjä tienkohtia ja muita tieosia.

3.7 Yhteenveto saaduista tuloksista

Yhteenvetona voidaan todeta tulosten viittaavan siihen, että lämpöeristeet vaikuttavat tietyissä olosuhteissa onnettomuusriskin lisääntymiseen. On kuitenkin huomattava ettei tuloksista voida suoralta kädeltä tehdä sitä johtopäätöstä, että onnettomuusriskin lisääntyminen aiheutuisi nimenomaan lämpöeristeistä. Lämpöeristeethän rakennetaan tietynlaisille tienkohdille, joissa ympäristötekijöillä saattaa olla ratkaiseva merkitys. Tällaisena ympäristötekijänä mainittakoon veden läheisyys, mistä seikasta johtuu alueella vallitseva ilman suurempi suhteellinen kosteus, mikä puolestaan edesauttaa jään muodostumista tien pinnalle tietyissä sää- ja lämpötilaolosuhteissa. Ympäristöolosuhteiden mahdollisen vaikutuksen tarkastamiseksi verrattiin eri olosuhteiden jakaumaa niiden lämpöeristeiden osalta, joissa oli tapahtunut onnettomuuksia vastaavaan jakautumaan kaikkien lämpöeristekohtien osalta.

Seuraavissa taulukoissa on esitetty erilaisten ympäristöolosuhteiden prosentuaaliset jakautumat lämpöeristeiden kohdalla.

Taulukko 4.

	Le-n kohdalla yleisesti	Le-n kohdalla, jossa sattunut onnettomuus
Aukea	52,8 %	58,3 %
Aukea/metsä	7,5 %	5,0 %
Harva metsä	3,8 %	3,3 %
Metsä	30,2 %	26,7 %
Muu	<u>5,7 %</u>	<u>6,7 %</u>
Yht.	100,0 %	100,0 %

Taulukko 5.

	Le-n kohdalla yleisesti	Le-n kohdalla, jossa sattunut onnettomuus
Kuiva	7,5 %	5,0 %
Järvi, meri, lampi	11,3 %	15,0 %
Joki, oja tms.	40,6 %	31,0 %
Suo	5,1 %	6,7 %
Muu	<u>35,5 %</u>	<u>41,6 %</u>
Yht.	100,0 %	100,0 %

Taulukko 6.

	Le-n kohdalla yleisesti	Le-n kohdalla, jossa sattunut onnettomuus
Leikkaus	34,9 %	41,7 %
Penger	46,5 %	53,3 %
Leikkaus vaihtuu penkereeksi tai päinvastoin	<u>18,6 %</u>	<u>5,0 %</u>
Yht.	100,0 %	100,0 %

Vertailuaineiston puuttuessa ei voida tehdä johtopäätöstä siitä, onko joku ympäristön ominaisuus lämpöeristeen kohdalla hallitsevämpi kuin muualla. Taulukosta 5 kuitenkin havaitaan, että 57 %:ssa lämpöeristettyjä kohtia on läheisyydessä

vettä joko avovetenä tai pohjavetenä. Toisaalta samasta taulukosta havaitaan, että niillä lämpöeristetyillä kohdilla, joilla on sattunut onnettomuuksia ei veden läheisyyden prosenttiosuus ole ainakaan suurempi.

On luonnollista, että ympäristöolosuhteet vaikuttavat tien pinnan jäätymiseen. Käytännössä on todettu, että tien pinta jäätyy tietyissä sääolosuhteissa herkemmin kohdissa, missä tien ympäristössä on vesistö tai metsää. Taulukoiden 4 ja 5 perusteella voitaneen kuitenkin sanoa, että tutkittujen lämpöeristeiden kohdalla tapahtuneiden onnettomuuksien määrän kasvu ei ole johtunut em. ympäristötekijöistä vaan todennäköisesti juuri lämpöeristeiden aiheuttamasta tien pinnan jäämisestä.

Seuraavassa esitetään vielä taulukko onnettomuuksien määrällisestä jakautumisesta kuukauden ja tien pinnan laadun mukaan sekä tutkituilla tieosilla yleisesti että lämpöeristeen kohdalla.

Taulukko 7a.

Kuukausi	K e l i						Yht.	%
	Kuiva	Märkä	Lumi- nen	Jäi- nen	Sohjoi- nen	Muu		
Tammikuu	10	7	12	58	2	-	89	10.0
Helmikuu	13	4	15	37	5	-	74	8.2
Maaliskuu	14	15	2	28	1	-	60	6.7
Huhtikuu	32	12	-	7	6	-	57	6.3
Toukokuu	39	4	-	-	-	-	43	4.8
Kesäkuu	69	4	-	-	-	-	73	8.1
Heinäkuu	73	3	-	-	-	-	76	8.4
Elokuu	58	17	-	-	-	-	75	8.3
Syyskuu	43	21	-	-	1	-	65	7.2
Lokakuu	36	25	6	32	5	-	104	11.5
Marraskuu	18	16	18	37	2	-	91	10.1
Joulukuu	6	15	10	59	4	-	94	10.4
Yhteensä	411	143	63	258	26	-	901	100.0
%	45.6	15.9	7.0	28.6	2.9	-	100.0	-

Taulukko 7b.

Kuukausi	K e l i						Yht.	%
	Kuiva	Märkä	Lumi- nen	Jäi- nen	Sohjoi- nen	Muu		
Tammikuu	1	-	-	2	-	-	3	5.0
Helmikuu	-	-	-	2	1	-	3	5.0
Maaliskuu	2	2	-	3	-	-	7	11.7
Huhtikuu	3	-	-	-	1	-	4	6.7
Toukokuu	5	-	-	-	-	-	5	8.3
Kesäkuu	2	-	-	-	-	-	2	3.3
Heinäkuu	2	-	-	-	-	-	2	3.3
Elokuu	4	-	-	-	-	-	4	6.7
Syyskuu	2	1	-	-	-	-	3	5.0
Lokakuu	4	2	-	6	-	-	12	20.0
Marraskuu	1	-	1	4	1	-	7	11.7
Joulukuu	2	1	-	5	-	-	8	13.3
Yhteensä	28	6	1	22	3	-	60	100.0
%	46.7	10.0	1.7	36.6	5.0	-	100.0	-

Onnettomuuksien jakautuminen kuukauden ja keliolosuhteiden mukaan tutkituilla tieosilla (taulukko 7a) ja sama lämpöeristeiden kohdalla (taulukko 7b).

Tulosten luotettavuudesta voidaan todeta, että osa onnettomuuksista, varsinkin lievistä onnettomuuksista, jää tilastojen ulkopuolelle ja toisaalta suuri osa tien pinnan liukkaudesta aiheutuvista suistumisonnettomuuksista kuuluu juuri tähän ryhmään.

Tutkimuksessa on kuitenkin verrattu onnettomuusmääriä lämpöeristeiden kohdalla muuhun tieosaan. Ei ole mitään syytä olettaa, että tilaston peittävyys olisi lämpöeristeiden kohdalla systemaattisesti erilainen kuin vertailutieosilla. Epävarmuustekijäksi jää näin ollen lähinnä aineiston pienuudesta johtuva sattuman vaikutus.

Tutkimuksessa havaittujen onnettomuustiheyksien muutosten (eristetty-eristämätön) tilastollisen merkitsevyyden selvittämistä ei ole tässä vaiheessa katsottu tarpeelliseksi.

4. TUTKIJALAUTAKUNNAN LAUSUNTO ERÄÄSTÄ LÄMPÖERISTEEN KOHDALLA TAPAH- TUNEESTA ONNETTOMUUDESTA

Seuraavassa on esitetty lyhennelmä tutkijalautakunnan lausun-
nosta koskien erästä onnettomuutta lämpöeristeen kohdalla.
Tapaus on sattunut Jyväskylän maalaiskunnassa lokakuussa 1973.

Tutkijalautakunnan loppulausunnossa todetaan tapahtumien ku-
lusta mm. seuraavaa:

"NN:n ohjaama pakettiauto, rek.n:o xxx-xx, oli matkalla Jy-
väskylästä Toivakan suuntaan. Lähestyessään loivasti vasem-
malle kaartuvaa kaarretta on auto alkanut heittelehtiä jäi-
sellä tiellä ja lopuksi kaarteeseen keskivaiheen kohdalla on
suistunut oikealle puolelle ja törmännyt viistetyn kaiteen
päähän. Tämän jälkeen auto on kulkenut kahden pystytolpan
verran kaiteen päällä ja on siitä ottanut ilmalennon päättyen
lopuksi oikealle kyljelleen puroon..."

Tutkijalautakunta on todennut, että onnettomuuden pääsyy on
ollut "liian suuri nopeus kaarteessa liukkaalla kelillä".
Tutkijalautakunnan mukaan onnettomuuteen myötävaikuttaneita
syitä olivat mm. "renkaiden väärä valinta" ... Lisäksi tie
oli jäätynyt vain tämän kaarteeseen kohdalla.

Loppulausuntonsa kohdassa "Ilmenneet erityiset seikat" tut-
kijalautakunta toteaa: "Samana aamuna tapahtui tässä kaar-
teessa vielä kaksi suistumista tieltä. Suistumisen syynä on
ollut liian suuri nopeus jäisellä tiellä. Tämän tienkohdan
jäätyminen määrättyissä olosuhteissa, kuten nyt, johtuu 1/2
m:n syvyydessä olevasta lämpöeristyksestä." Lopuksi tutkija-
lautakunta toteaa lausunnossaan liikenneturvallisuusnäkökoh-
dista:

"-Tienpinnan paikallisista liukkauden vaaroista tehtävä va-
listusta.

-Päätieverkon liukkauden torjuntaa tehostettava kohdissa,
joissa jäätyminen on poikkeuksellista (alavat tienkohdat,
sillat, kallioleikkaukset, lämpöeristyskohdat)."

Tutkijalautakunnan mielestä on siis onnettomuuden osasyynä ollut nimenomaan lämpöeristyksestä johtuva tienpinnan poikkeuksellinen liukkaus.

5. LÄMPÖERISTEET JA TIENPINNAN JÄÄTYMINEN

Edellä on tarkasteltu vain onnettomuuksia ja niiden jakautumista eristetyillä ja eristämättömillä tienkohdilla. Seuraavassa pyritään selvittämään lämpöeristeen ja tienpinnan jäätymisen yhteyttä.

VTT ja TVH ovat vuosina 1971-1973 suorittaneet satunnaisia kitkamittauksia eräillä tieosilla. Näiden mittausten perusteella ei voitu havaita merkittäviä eroja eristettyjen ja eristämättömien tienkohtien välillä. Sen sijaan vuonna 1971 TVH:n suorittamissa mittauksissa Vaasan lentokentällä on 432 havainnon perusteella todettu eristetyn tienkohdan olleen syksyllä aika-ajoin eristämättömyyden tienkohtaa liukkaamman. Vuonna 1976 on Helsingin lentoaseman läheisyydessä aloitettu koesarja, jonka tulosten perusteella voitaneen mahdollisesti saada lisämateriaalia täydentämään Vaasan lentokentältä kerättyä havaintoaineistoa.

Tienpinnan jäätyminen nimenomaan lämpöeristeen kohdalla on fysikaalisena ilmiönä hyvinkin johdonmukainen ja suorastaan todennäköinen. Ilmiön esiintymistodennäköisyyttä vahvistaa myös talvella 1967-1968 Otaniemessä suoritettu lämpöeristetutkimus. Tutkimuksessa ei kylläkään tutkittu tienpinnan jäätymistä vaan lämpötilaeroja eristeen alla ja päällä ja todettiin, että suuriakin eroja saattaa esiintyä.

Tämän tutkimuksen kuin myöskään aikaisempien tutkimuksien perusteella ei voida suoralta kädeltä tehdä johtopäätöstä, että lämpöeriste aiheuttaisi tienpinnan nopeamman jäätymisen. Asian lopulliseksi selvittämiseksi olisi suoritettava lisätutkimuksia. Tutkimus voitaisiin suorittaa esim. siten, että

jokaisesta TV-piiristä valittaisiin muutama eristetty tienkohta, jonka jäätymisestä ja sulamisesta tehtäisiin tietyin aikaväleihin havaintoja. Vertailuaineistoksi tulisi samanaikaisesti tehdä havaintoja eristämättömillä tienkohdilla. Vertailukohdat tulisi valita siten, että niiden ulkoiset olosuhteet mahdollisimman tarkasti vastaisivat tutkimuskohteiksi valittujen eristettyjen tienkohtien olosuhteita.

6. YHTEENVETO

Saadut tulokset antavat selviä viitteitä siitä, että lämpöeristeillä nykyisellä tavalla käytettynä saattaa tietyissä sääolosuhteissa olla liikenneturvallisuutta ajatellen negatiivinen vaikutus. Lämpöeristeistä aiheutuva onnettomuuksien määrällinen kasvu kaikki onnettomuudet huomioiden ei ole kovinkaan suuri, eikä se voi sitä ollakaan, koska jäätymisilmiö esiintyy harvoin ja hyvinkin pienellä osalla tiestöä. Koska pyrkimyksenä on luoda mahdollisimman turvallinen liikenneympäristö tulee jokaiseen turvallisuutta parantavaan osatekijään kuitenkin kiinnittää riittävää huomiota. Tätä taustaa vasten tulisi lämpöeristeitä suunniteltaessa ja rakennettaessa ottaa huomioon niiden mahdollinen vaikutus liikenneturvallisuuteen samalla, kun suoritetaan vertailua muiden routavaurioiden vähentämiseksi käytettävissä olevien keinojen taloudellisuuden ja turvallisuusvaikutusten kesken.

SUOMEN MAANTEILLE JA LENTOKENTILLE RAKENNETUT LÄMMÖNERISTEET

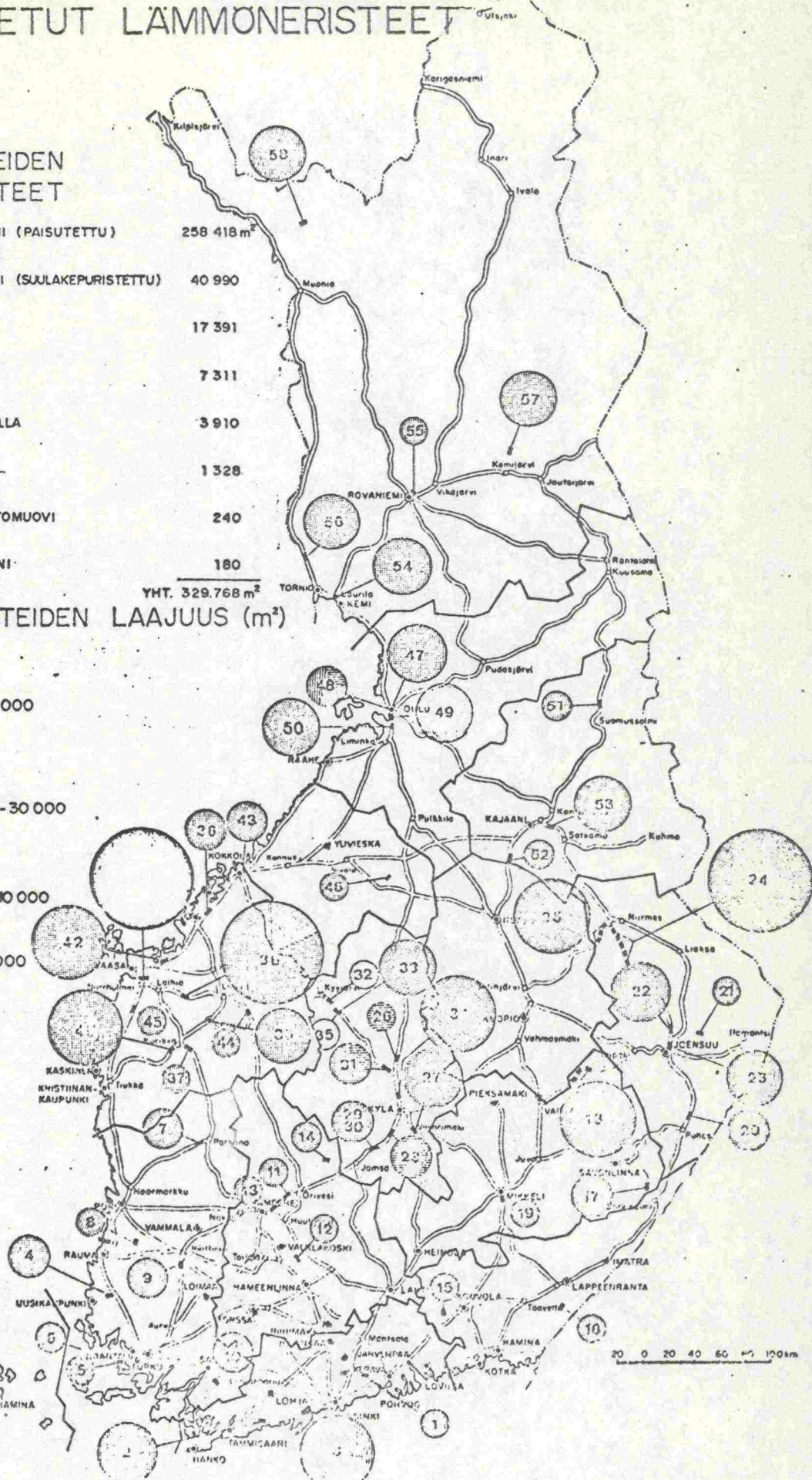
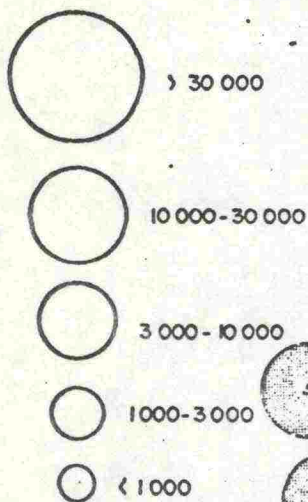
1.1.1973

TIERAKENTEIDEN LÄMPÖERISTEET

	POLYSTYREENI (PAISUTETTU)	258 418 m ²
	POLYSTYREENI (SUOLAKEPURISTETTU)	40 990
	KEVYTSORA	17 391
	LASTUVILLA	7 311
	MINERAALIVILLA	3 910
	PARKKI	1 328
	FENOLIVAHTOMUOVI	240
	POLYURETAANI	180

YHT. 329.768 m²

LÄMPÖERISTEIDEN LAAJUUS (m²)



20 0 20 40 60 80 100 km

Pilri	Onn. piirissä	Tutkitut tieosat (km)	Onn.3.	LE-pituus 3. (km)	%3.	Onn.5.	%4.	Onn.tih. 4./3.	Onn.tih. 7./5.	Mautos 10.-9.	Onn. kk. 7.	Tien pinta 12.	Huom
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
01	5518	17.4	70	2.3	13.2	2	2.9	4.02	0.87	-3.15	V X	K K	
02	4726	58.4	44	1.3	2.2	2	4.5	0.75	1.54	+0.79	X X	K M	
04	3951	23.0	36	0.3	1.3	0	-	1.13	-	-			
05	2498	0.0	0	0.0	-	0	-	-	-				Ei L-ER
06	2122	33.3	10	2.0	6.0	1	10.0	0.30	0.50	+0.20	II	So	
07	1309	128.0	66	8.4	6.6	6	9.1	0.52	0.71	+0.19	X V VI XI XI V	K K K J L K	
08	1925	25.3	50	0.8	3.2	2	4.0	1.98	2.50	+0.52	VII X	K K	
09	1866	92.8	169	4.4	4.7	18	10.7	1.82	4.09	+2.27	IV X X XII III V I XII VI III I IX XII XI X X VII IV	K J J K J K J J K K K M J J J J K So	
10	3672	125.3	251	6.6	6.8	12	4.8	2.00	1.82	-0.18	III X XI VIII XII XI VIII XII I IX XI IV	M J K K K So K M J K J K	
11	965	31.5	24	0.4	1.3	0	-	0.76	-				
12	1080	57.2	97	4.8	8.4	17	17.5	1.70	3.54	+1.84	IX III X VIII II V X III III XI IV XII XII III II VIII XII	K M J K J K M J J J K J J K J K J	
13	721	49.4	7	1.3	2.6	0	-	0.14	-	-			
14	1451	75.1	77	3.5	4.7	0	-	1.03	-	-			
													2.76%
Koko maa	32598	716.7	901	36.1	5.0	60	6.7	1.26	1.66	+0.40			0.18%

3. Tutkitut tieosat = tieosat joilla on L-eristeitä

13. Tien pinta: K=kulva
M=märkä
L=luminen
J=jäinen

So=sohjoinen
Sa=savinen
?=muu